

Ejercicio de examen: Controladores difusos

Ejercicio 1 Septiembre 2010

Dado el enunciado dado en clase, se pregunta:

a) Obtener el valor numérico de A sabiendo que:

- $DO = C \rightarrow$ La distancia al obstáculo es Cerca
- $V = 50 \text{ m/s} \rightarrow$ Nuestra velocidad es de 50 m/s
- $dDO = 0 \text{ m/s} \rightarrow$ La variación de distancia con respecto al obstáculo es de 0 m/s

Lo primero que tenemos que averiguar es la diferencia de nuestros datos con las reglas. Primero DO, que es C, primero vemos con quien intersecta C en la distribución de posibilidad. Intersecta con sí mismo y con I, no con L. Así que elimino todas las reglas que tengan L en su antecedente, en nuestro caso R4 y R5.

Después estudiamos la intersección de V en su distribución de posibilidad. Solo intersecciona con A, de hecho la intersección de 50 m/s con A es exactamente 50 m/s. Se eliminan pues todas las reglas que no tienen A (o V indiferente) en su antecedente a parte de R4 y R5 que ya se borraron. En nuestro caso, R3, ya que su velocidad es M. En R1 y R2 V es indiferente.

Por último, estudiamos la intersección de dDO con su distribución de posibilidad. 0 m/s solo intersecta con Z, de hecho, la intersección de 0 m/s con Z es exactamente 0 m/s. No se elimina ninguna regla más ya que las dos que quedan cumplen que o bien tienen Z en sus antecedentes o bien dDO es indiferente.

Así pues:

- $DO = C \rightarrow C \text{ ó } I$
- $V = 50 \text{ m/s} \rightarrow A$
- $dDO = 0 \text{ m/s} \rightarrow Z$

Ahora estudiamos los antecedentes de las reglas y vemos cuál se dispara, para saber si nuestro modelo es correcto. Se dispararán, como hemos dicho, las reglas R1 y R2. No se disparan las reglas eliminadas anteriormente R3, R4 y R5. Por tanto, lo hemos hecho bien.

Después de esto estudiamos el nivel de ajuste de los hechos a las reglas:

R1

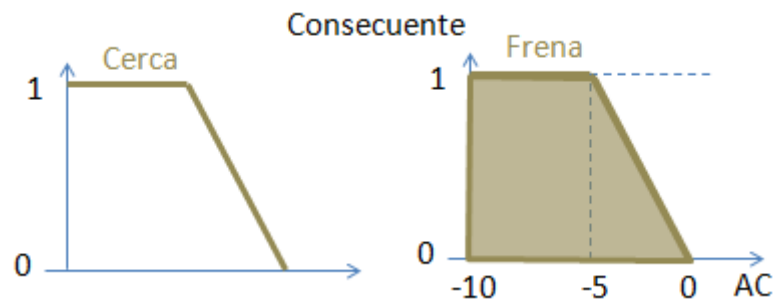
$$NA_{11}(\text{sup}(DO=C \wedge DO=C)) = \text{sup}(DO=C) = 1$$

$$NA_1 = \min(NA_{11}) = 1$$

Luego el consecuente será:

Consecuente = $\min (NA_1, A_c=F)=F$

De forma geométrica será:



R2

$NA_{21} = \sup (DO=I \wedge DO=C) = 0,5$

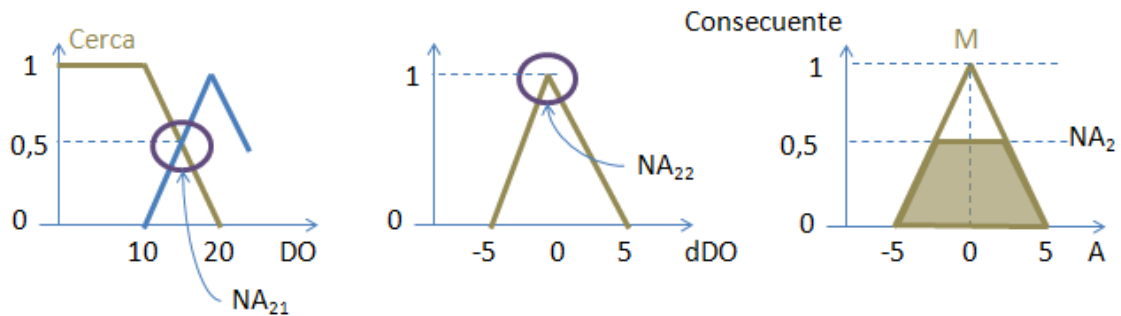
$NA_{22} = \sup (dDO=Z \wedge dDO=0) = 1$

$NA_2 = \min(NA_{21}, NA_{22}) = \min(0,5, 1) = 0,5$

Luego el consecuente será:

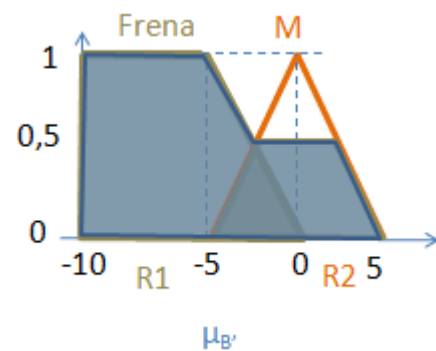
Consecuente = $\min(NA_2, A_c=M)$

De forma geométrica:



Ahora tenemos que crear una nueva distribución de posibilidad que es la unión de las distribuciones de posibilidad de los consecuentes:

Y aplicar el máximo de esta distribución.



Ahora esta nueva distribución hay que desborrocificar para obtener un valor numérico. Para ello utilizamos el sistema de centro de gravedad.

Entonces, discretizamos el intervalo. Por ejemplo cada 2,5 unidades. A partir de ahí hallamos la fórmula del centro de gravedad:

$$g = \frac{(-10 \cdot 1) + (-7,5 \cdot 1) + (-5 \cdot 1) + (-2,5 \cdot 0,5) + (0 \cdot 0,5) + (2,5 \cdot 0,5)}{1 + 1 + 1 + 0,5 + 0,5 + 0,5} = -5 \text{ m/s}^2$$

Entonces, dados los datos indicados por el sistema lo que debemos hacer es frenar con una aceleración negativa de 5 m/s^2 .

Ejercicio 2 Septiembre 2004

Pregunta a

Es por la mañana (Ma), es decir, tengo las ventanas abiertas. La variación es $+2^\circ\text{C}$ y la variación de temperaturas es de $-2,5^\circ\text{C}$. Vemos las intersecciones de cada variable:

- $H = \text{Ma}$, Intersecta con mañana y también con Madrugada y con Tarde.
- $\text{DT} = +2^\circ\text{C}$, Intersecta con PE exactamente en $+2^\circ\text{C}$
- $\text{dDT} = -2,5^\circ\text{C}$, Intersecta con N exactamente en $-2,5^\circ\text{C}$

A continuación vemos que reglas se disparan:

- Como es por la Mañana, se dispara la regla 1.
- La regla 2 no se dispara porque requiere que dDT sea Z, que no intersecta con $-2,5^\circ\text{C}$
- La regla 3 no se dispara porque requiere que DT sea E, que no intersecta con -2°C
- La regla 4 se dispara porque requiere PE (que se cumple), N (que se cumple) y Ta (que se cumple ya que Ma intersecta con Ta).

Con las dos reglas que tenemos establecemos cuál es la ideal

Calculamos los niveles de ajuste

$$\text{R1: } \text{NA}_{11} = \sup (\min (H=\text{Ma} \wedge H = \text{Ma})) = 1$$

$$\text{NA}_1 = \min (\text{NA}_{11}) = 1$$

$$\text{R2: } \text{NA}_{41} = \sup (\min (\text{DT} = \text{PE} \wedge \text{DT} = 2)) = 1$$

$$\text{NA}_{42} = \sup (\min (\text{dDT} = \text{N} \wedge \text{dDT} = -2,5)) = 1$$

$$\text{NA}_{43} = \sup (\min (H = \text{Ta} \wedge H = \text{Ma})) = 0,5$$

$$\text{NA}_4 = \min (\text{NA}_{41} \wedge \text{NA}_{42} \wedge \text{NA}_{43}) = 0,5$$

Calculamos los consecuentes

$$\text{B}_1' = \min (\text{NA}_1, \text{TA} = \text{F})$$

$$\text{B}_4' = \min (\text{NA}_4, \text{TA} = \text{T})$$

Unión de consecuentes

La unión se hace con la T-norma, que es el mínimo.

B' (TA)

Ahora para hallar el cálculo numérico solución se utiliza alguna herramienta de desborrocificación, como el centro de gravedad. Hay que tener en cuenta que el 0 NO pertenece al intervalo. Tomamos puntos cada 10 unidades, por ejemplo.

$$g = \frac{(10 \cdot 1) + (20 \cdot 1) + (30 \cdot 0,5) + (40 \cdot 0,5) + (50 \cdot 0,5)}{1 + 1 + 0,5 + 0,5 + 0,5} = 25,71^{\circ}C$$

Pregunta b

Si existen situaciones que no están contempladas en la base de reglas se puede pedir que se extienda la misma para atender estas situaciones. Hay que tener en cuenta varios factores a la hora de extender una base de reglas (y también al crear una desde cero).

Contradicciones

Hay que tener mucho cuidado con las contradicciones, es decir, una regla que con el mismo antecedente devuelve diferente consecuente. Por ejemplo, en nuestro caso la regla 1 dice:

$$\text{Si } H=Ma \rightarrow TA = F$$

Hay que tener cuidado de no añadir una regla que cambie la temperatura del agua si es por la mañana, por ejemplo:

$$\text{Si } H=Ma, DT=PD, dDT=N \rightarrow TA=MC$$

Entraría en contradicción con la primera regla, esto es un error.

No es exhaustivo

En un sistema con lógica difusa no debe existir una regla para cada valor de la distribución de posibilidad. En general, una base de reglas con muchas reglas es un sistema ineficiente. Hay que cubrir grosso modo todos los posibles escenarios sin ser excesivamente exhaustivo.

De acuerdo con el enunciado

Una regla debe estar de acuerdo con el enunciado y con el sentido común, aunque el margen es amplio existen límites que no deben transpasarse. Por ejemplo si añadimos:

$$\text{Si } H=No, DT=PD, dDT=N \rightarrow TA=F$$

Está claramente mal, ya que no vas a poner el agua fría cuando es de noche y hace frío.

En nuestro ejercicio serían buenos ejemplos:

- | | |
|---|--|
| Si $H=No, DT=PD, dDT=N \rightarrow TA=MC$ | ; Si es de noche, hace frío y va a hacer más frío ponemos el agua muy caliente. |
| Si $H=M, DT=E, dDT=Z \rightarrow TA=T$ | ; Si es madrugada, se está bien y no parece que vaya a hacer más calor ponemos el agua templada. |
| Si $H=Ta, DT=PD, dDT=Z \rightarrow TA=C$ | ; Si es por la tarde, hace frío pero no parece que vaya a hacer más frío ponemos el agua caliente. |